

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of
Boris KOLESNIKOV et al.
Corres. to PCT/DE99/00790

TRANSLATOR'S DECLARATION

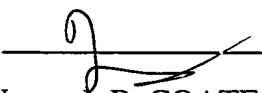
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

I, the below-named translator, certify that I am familiar with both the German and English languages, that I have prepared the attached English translation of International Application No. PCT/DE99/00790, and that the English translation is a true, faithful and exact translation of the corresponding German language paper.

I further declare that all statements made in this declaration of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further, that these statements were made with the knowledge that willful, false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful, false statements may jeopardize the validity of legal decisions of any nature based on them.

Date: April 26, 2000


Name: J. B. COATES

For and on behalf of RWS Group plc

09/700735
529 Rec'd PCT/PTC 20 NOV 2000

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 2476-5 PCT-1	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 99/ 00790	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 20/03/1999
(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)	

Anmelder

DLR DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND . . . et al.

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 4

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☒ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.



INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/00790

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B32B15/08 B32B5/08 B32B3/18 B64C1/12 B64C1/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B32B B29C B64C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 783 960 A (BOEING CO) 16. Juli 1997 (1997-07-16) Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 15, Zeile 48 - Spalte 16, Zeile 8	1,6-13
A	US 3 758 234 A (GOODWIN J) 11. September 1973 (1973-09-11) das ganze Dokument	1
A	US 3 883 267 A (BAUDIER CLAUDE PAUL ET AL) 13. Mai 1975 (1975-05-13) das ganze Dokument	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Dezember 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pamies Oille, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/00790

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0783960 A	16-07-1997	US 5866272 A	02-02-1999
		JP 9193296 A	29-07-1997
US 3758234 A	11-09-1973	DE 1953209 A	21-05-1970
		FR 2021250 A	17-07-1970
		GB 1186486 A	02-04-1970
US 3883267 A	13-05-1975	FR 2195255 A	01-03-1974
		DE 2339468 A	14-02-1974
		GB 1433519 A	28-04-1976

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference 14493-1PCT	FOR FURTHER ACTION see Notification of Transmittal of International Search Report (Form PCT/ISA/220) as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/CA 99/ 00803	International filing date (day/month/year) 02/09/1999	(Earliest) Priority Date (day/month/year) 03/09/1998
Applicant RYSER, Christophe, U.		

This International Search Report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This International Search Report consists of a total of 03 sheets.

☒ It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. Basis of the report

- a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

☐ the international search was carried out on the basis of a translation of the international application furnished to this Authority (Rule 23.1(b)).

- b. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international search was carried out on the basis of the sequence listing :

☐ contained in the international application in written form.

☐ filed together with the international application in computer readable form.

☐ furnished subsequently to this Authority in written form.

☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.

☐ the statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.

☐ the statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished

2. ☐ **Certain claims were found unsearchable** (See Box I).

3. ☐ **Unity of invention is lacking** (see Box II).

4. With regard to the **title**,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the **abstract**,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box III. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

6. The figure of the **drawings** to be published with the abstract is Figure No.

☐ as suggested by the applicant.

☐ because the applicant failed to suggest a figure.

☐ because this figure better characterizes the invention.

☐ None of the figures.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/CA 99/00803

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 D06P5/20 D06P3/36 G02C7/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 D06P G02C D06B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 2 270 576 A (AMERICAN OPTICAL CORP) 16 March 1994 (1994-03-16) the whole document & CA 2 095 703 A (AMERICAN OPTICAL CORP.) 12 March 1994 (1994-03-12) cited in the application ----	1,2,6,9, 11,14-16
Y	HAGGAG K ET AL: "DYEING POLYESTER WITH MICROWAVE HEATING USING DISPERSE DYESTUFFS" AMERICAN DYESTUFF REPORTER,US,SAF INTERNATIONAL PUBLICATIONS, SECAUSUS, vol. 84, no. 3, page 22,24,26,28, XP000507375 ISSN: 0002-8266 page 28, column 2, last paragraph -column 3; figures 3,7,8 ----- -/-	1,2,6,9, 11,14-16



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 December 1999

Date of mailing of the international search report

12/01/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Blas, V

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/CA 99/00803

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 198048 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class E24, AN 1980-85177C XP002125159 & JP 55 132761 A (AGENCY OF IND SCI & TECHNOLOGY), 15 October 1980 (1980-10-15) abstract -----	1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CA 99/00803

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2270576 A	16-03-1994	BR 9302073 A	22-03-1994
		CA 2095703 A	12-03-1994
		CN 1093813 A	19-10-1994
		DE 4328675 A	17-03-1994
		FR 2695732 A	18-03-1994
		JP 6108384 A	19-04-1994
		MX 9302645 A	31-05-1994
<hr/>			
JP 55132761 A	15-10-1980	JP 1196001 C	12-03-1984
		JP 58022583 B	10-05-1983
<hr/>			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. .onal Application No

PCT/DE 99/00790

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B32B15/08 B32B5/08 B32B3/18 B64C1/12 B64C1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B32B B29C B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 783 960 A (BOEING CO) 16 July 1997 (1997-07-16) abstract; figures column 15, line 48 -column 16, line 8	1,6-13
A	US 3 758 234 A (GOODWIN J) 11 September 1973 (1973-09-11) the whole document	1
A	US 3 883 267 A (BAUDIER CLAUDE PAUL ET AL) 13 May 1975 (1975-05-13) the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 December 1999

Date of mailing of the international search report

12/01/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pamies Olle, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/00790

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0783960	A	16-07-1997	US 5866272 A	02-02-1999
			JP 9193296 A	29-07-1997
US 3758234	A	11-09-1973	DE 1953209 A	21-05-1970
			FR 2021250 A	17-07-1970
			GB 1186486 A	02-04-1970
US 3883267	A	13-05-1975	FR 2195255 A	01-03-1974
			DE 2339468 A	14-02-1974
			GB 1433519 A	28-04-1976

Verbundmaterial mit einem verstärkten Verbindungsbereich

Die Erfindung betrifft ein Verbundmaterial bestehend aus einem Faserverbund einer Vielzahl von in einer Polymermatrix eingebetteten Faserschichten, von denen einige vorzugsweise Faserrichtungen aufweisen, die sich von Faserrichtungen anderer Faserschichten unterscheiden, und einem mit einem Verstärkungsmaterial mit hoher Lochleibungsfestigkeit gebildeten Verbindungsbereich, wobei ein Übergangsbereich zwischen dem Faserverbund und dem Verbindungsbereich ausgebildet ist, in dem Faserschichten auf das Verstärkungsmaterial des Verbindungsbereichs stoßen.

Moderne Faserverbunde mit einer polymeren Matrix, beispielsweise kohlenstofffaser- oder glasfaserverstärkte Kunststoffe (CFK oder GFK), weisen hohe Zug- und Druckfestigkeiten auf. Für die hohe Zug- und Druckfestigkeit sind Faserschichten mit in Zug- und Druckrichtung liegenden Faserrichtungen verantwortlich. Es ist gebräuchlich, einen Faserverbund mit bezüglich der Längsrichtung in 0° , 90° und $\pm 45^\circ$ o.ä. liegenden Faserrichtungen aufzubauen. Für eine hohe Zugfestigkeit liegt der Anteil der 0° -Schichten höher als die jeweiligen Anteile der übrigen Faserschichten mit anderen Faserrichtungen.

In aller Regel ist es erforderlich, derartig hergestellte Faserverbundbauteile mit anderen Bauteilen gleicher Art oder anderer Art zu verbinden. Dies geschieht häufig mit Hilfe von Bolzenverbindungen. Die für eine hohe Zug- und Druckfestigkeit verantwortlichen Faserschichten in 0° -Richtung weisen aber nur eine sehr geringe Lochleibungsfestigkeit auf. Eine verbesserte Lochleibungsfestigkeit ist durch einen er-

höhten Anteil von schräg gerichteten Faserschichten (beispielsweise $\pm 45^\circ$, $\pm 30^\circ$ o.ä.) zu erhalten, bei gleichem Querschnitt bzw. bei gleicher Dicke des Faserverbundes wird dadurch jedoch die Zugfestigkeit herabgesetzt.

Es ist daher bekannt, das Faserverbundmaterial mit einem Verbindungsbereich zu versehen, der mit einem Verstärkungsmaterial mit hoher Lochleibungsfestigkeit gebildet ist. Bekannt ist es beispielsweise, an den Faserverbund ein mono-lithisches oder auch geschichtetes Titanmaterial anzuschließen, wobei zur Verbesserung der Verbindung zwischen dem Faserverbund und dem Verstärkungsmaterial ein bezüglich der Schichten gestufter Anschluß hergestellt wird. Es ist daher bekannt, einen monolithischen metallischen Verbindungsbereich, beispielsweise aus Titan, an einer Anschlußkante mit jeweils gestuften Vorsprüngen zu versehen, die zur Mittelebene bezüglich der Höhe des Verbindungsbereichs symmetrisch sind, und entsprechend die Faserschichten des Faserverbunds anschließen zu lassen. Die Verbindung mit dem Faserverbund kann über die Polymermatrix oder über Klebstoffaufträge erfolgen.

Es ist ferner bekannt, den Verbindungsbereich mit metallischen Laminatschichten auszubilden, deren Dicke der Dicke der Faserschichten des Faserverbunds entspricht, so daß die abgestufte Ausbildung der Verbindung einfach zu realisieren ist.

Es ist ferner bekannt, in dem Verbindungsbereich den Verbund der Faserschichten untereinander aufzulösen und zwischen die voneinander separierten Faserschichten metallische Schichten einzuschieben, um die Lochleibungsfestigkeit zu erhöhen. Bekannt ist eine derartige Anordnung für ein Rohr aus einem Faserverbund, das im Verbindungsbereich einen konstanten Innendurchmesser, jedoch durch die eingefügten Metallschichten einen erweiterten Außendurchmesser aufweist.

Nachteilig an der letztgenannten Lösung ist eine notwendige Asymmetrie des Verbindungsbereichs gegenüber dem Faserverbund, wodurch Schwachstellen bei statischer und dynamischer Belastung produziert werden. Bei den übrigen Lösungen ist die Verbindung zwischen dem Faserverbund und dem Verbindungsbereich ausschließlich durch Scher- bzw. Adhäsionskräfte zwischen den Faserschichten und dem Verstärkungsmaterial bestimmt. Da derartige, auf Scherkräften beruhende Verbindungen nur eine begrenzte Zugfestigkeit aufweisen, wird durch den angebrachten Verbindungsbereich die erreichbare hohe Zugfestigkeit des Faserverbundes obsolet.

Der Erfindung liegt daher die Problemstellung zugrunde, ein Verbundmaterial der eingangs erwähnten Art so auszubilden, daß einschließlich des Verbindungsbereichs eine hohe Zugfestigkeit und im Verbindungsbereich eine hohe Lochleibungsfestigkeit erreichbar ist.

Ausgehend von dieser Problemstellung ist erfindungsgemäß ein Verbundmaterial der eingangs erwähnten Art dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungsbereich aus Schichten aus dem Verstärkungsmaterial und durch den Übergangsbereich in den Verbindungsbereich durchgehenden Faserschichten gebildet ist und daß in dem Übergangsbereich zwischen den durchgehenden Faserschichten nicht durchgehende Faserschichten auf entsprechende Schichten aus dem Verstärkungsmaterial stoßen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verbundmaterial wird der Verbindungsbereich somit aus durchgehenden Faserschichten des Faserverbundes gebildet, die mit Schichten des Verstärkungsmaterials kombiniert sind. Dadurch gelingt es, im Verbindungsbereich eine hohe Lochleibungsfestigkeit durch das Verstärkungsmaterial und im Übergangsbereich eine hohe Zugfestigkeit durch die durchgehenden Faserschichten zu gewährleisten. Darüber hinaus kann vorzugsweise der Verbindungsbereich in derselben Dicke wie der Faserverbund ausgeführt sein, so daß das Entstehen irgendwelcher Asymmetrien beim Übergang vom Faserverbund zum Verbindungsbereich völlig ver-

mieden werden kann.

Besonders bevorzugt ist es für das erfindungsgemäße Verbundmaterial, wenn die Stoßstellen zwischen den nicht durchgehenden Faserschichten und den Schichten des Verstärkungsmaterials in dem Übergangsbereich versetzt angeordnet sind. Der Versatz ist dabei vorzugsweise so ausgebildet, daß ausgehend von dem Faserverbund in dem Übergangsbereich zunächst Stoßstellen zwischen zur Festigkeit des Faserverbunds gegen eine Hauptbelastung, beispielsweise gegen Zug, am wenigsten beitragende Faserschichten (bei Zugbelastung die 90°-Schicht) und dem Verstärkungsmaterial ausgebildet sind und in Richtung auf den Verbindungsbereich Stoßstellen für Faserschichten mit zunehmender Bedeutung für die Festigkeit versetzt folgen. Ist beispielsweise eine hohe Zugfestigkeit relevant, bedeutet dies, daß zunächst Stoßstellen für die 90°-Schichten ausgebildet werden und daß anschließend Stoßstellen für beispielsweise +/- 45°-Schichten folgen und schließlich als letztes Stoßstellen zwischen 0°-Schichten und dem Verstärkungsmaterial gebildet sind. Dabei können auch innerhalb der einzelnen Gruppen der Stoßstellen nochmals Stufungen realisiert sein.

Besonders zweckmäßig ist es für das erfindungsgemäße Verbundmaterial, wenn die Faserschichten des Faserverbunds symmetrisch zur Mittelebene der Dicke des Faserverbunds angeordnet sind und wenn dann in dem Übergangsbereich die Stoßstellen ebenfalls jeweils symmetrisch zur Mittelebene der Dicke des Faserverbundes liegen. Auf diese Weise läßt sich eine Symmetrie auch bezüglich der Faserschichten über die Dicke des Faserverbundes bis in den Verbindungsbereich hin realisieren.

Im Verbindungsbereich sind vorzugsweise abwechselnd die durchgehenden Faserschichten und die Schichten aus dem Verstärkungsmaterial geschichtet. Auf diese Weise bleibt die gewünschte Symmetrie erhalten und es wird eine hohe Lochleibungsfestigkeit bei einer auch im Übergangsbereich verblei-

benden hohen Festigkeit gegen die Hauptbelastung des Faserverbundes (insbesondere Zugfestigkeit) erreicht. Zweckmäßigerweise weisen die Faserschichten und die Schichten aus dem Verstärkungsmaterial alle eine gleiche Schichtdicke auf.

Die Schichtdicke der Faserschichten und der Schichten des vorzugsweise metallischen (Titan-) Verstärkungsmaterials liegt vorzugsweise zwischen 0,2 und 1 mm.

Aus den obigen Erläuterungen ergibt sich, daß zweckmäßigerweise diejenigen Faserschichten bis in den Verbindungsbereich durchgehen, die im Hinblick auf die Hauptbelastung des Faserverbundes am festesten sind. Die Hauptbelastung wird im allgemeinen eine Zugbelastung sein, so daß die durchgehenden Schichten im allgemeinen eine 0°-Faserrichtung aufweisen werden.

Bei der Verwendung von schrägen Faserrichtungen, insbesondere in einer 45°-Orientierung, ist es zweckmäßig, jeweils eine Faserschicht der Orientierung $+\alpha$ ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$) jeweils unmittelbar an einer Faserschicht der Orientierung $-\alpha$ anliegen zu lassen und so auszubilden, daß beide Faserschichten zusammen die Dicke einer 0°- oder 90°-Schicht aufweisen. Auch diese Anordnung dient der Erhaltung einer möglichst perfekten Ausgewogenheit des Faserverbundes bezüglich seiner Mittelebene.

Das erfindungsgemäße Verbundmaterial ist insbesondere für hochfeste Verbindungsanordnungen eines Flugzeuges geeignet, beispielsweise zur optimierten Kopplung von Stringern an einem Flügel.

Die Erfindung soll im folgenden anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen:

- 5 Figur 1 - schematisch einen Schnitt durch ein Verbundmaterial mit einem Verbindungsbereich zur Herstellung einer Verbindung zu einem anschließenden Verbundmaterial gleicher Art
- 10 Figur 2 - einen Flugzeugflügel mit Stringern aus dem Verbundmaterial gemäß Figur 1
- 15 Figur 3 - eine vergrößerte Darstellung des Übergangsbereichs zwischen dem Faserverbund und dem Verbindungsbereich
- 20 Figur 4 - eine detaillierte, weiter vergrößerte Darstellung des Übergangsbereichs
- 25 Figur 5 - eine Graphik zur Darstellung von Zugfestigkeits- und Lochleibungsfestigkeitswerten für die beim Verbundmaterial verwendeten Materialien
- 30 Figur 6 - eine graphische Darstellung von Anschlußzugfestigkeitswerten für den erfindungsgemäßen Übergangsbereich im Vergleich zu zwei herkömmlich ausgebildeten Übergangsbereichen.

30 Figur 1 läßt einen Faserverbund 1 mit zahlreichen aufeinanderliegenden Faserschichten 2 erkennen.

35 Über einen Übergangsbereich 3 geht der Faserverbund 1 in einen Verbindungsbereich 4 über, in dem durch den Übergangsbereich 3 hindurchgehende Faserschichten 2 abwechselnd mit Metallschichten 5 ein Faser-Metall-Laminat 6 bilden. Der Verbindungsbereich 4 des Verbundmaterials wird zur Herstel-

lung einer Verbindung mit einem Verbindungsbereich 4 eines zur Verlängerung angesetzten Verbundmaterials auf beiden Seiten von Laschen 7 begrenzt, die ebenfalls als Faser-Metall-Laminat 6 ausgebildet sind. Im Verbindungsbereich 4 ist das Verbundmaterial mit den Laschen 7 durch Bolzenverbindungen 8 verbunden. Da sich die Laschen 7 durchgehend in den Verbindungsbereich 4 des anschließenden Verbundmaterials erstrecken, und mit dem Verbindungsbereich 4 des benachbarten Verbundmaterials ebenfalls durch Bolzenverbindungen 8 verbunden sind, ergibt sich eine Verbindung zwischen den aneinander anschließenden Verbundmaterialien über die Laschen 7.

Figur 4 verdeutlicht den Aufbau des Übergangsbereichs 3 zwischen dem Faserverbund 1 und dem Verbindungsbereich 4.

Der Faserverbund 1 besteht aus Faserschichten 2. Der Faserverbund 1 ist hier ein 70/20/10-Faserverbund. Demzufolge besteht er aus 70 % mit der Faserrichtung 0° , 20 % mit der Orientierung $\pm 45^\circ$ und 10 % mit der Orientierung 90° .

Die Faserschichten 2 mit der Orientierung $+ 45^\circ$ und $- 45^\circ$ liegen unmittelbar aufeinander und weisen jeweils nur die halbe Schichtdicke der übrigen Faserschichten 2 auf, so daß sie zusammen eine Faserschicht 2 mit der Schichtdicke der übrigen Faserschichten 2 bilden.

Figur 4 läßt erkennen, daß jeweils jede zweite Faserschicht 2 des Faserverbunds 1 eine 0° -Schicht ist und durch den Übergangsbereich 3 in den Verbindungsbereich 4 durchgehend ausgebildet ist. Im Verbindungsbereich 4 sind die zwischen den 0° -Faserschichten 2 liegenden Zwischenräume durch Schichten 9 aus einem Verstärkungsmaterial, hier eine Titanlegierung, ausgefüllt, so daß im Verbindungsbereich 4 das regelmäßige Faser-Metall-Laminat 6 gebildet ist.

Die Schichten 9 aus dem Verstärkungsmaterial erstrecken sich unterschiedlich weit in den Übergangsbereich 3 in Richtung Faserverbund 1 hinein und bilden dort Stoßstellen 10 mit

nicht durchgehenden Faserschichten 2. Die Stoßstellen 10 sind nicht alle auf derselben Höhe in Längsrichtung sondern gesetzt angeordnet.

5 Ausgehend von dem Faserverbund 1 enden die beiden 90°-Faserschichten 2 zuerst und bilden erste Stoßstellen 10 aus.

Es folgen zwei Stoßstellen 10 der +45°/-45°-Faserschichten 2, die zwei weitere Stoßstellen 10 auf gleicher Höhe bilden.

10 Die beiden übrigen +45°/-45°-Faserschichten, die weiter außen liegen, bilden eine dritte Höhe von Stoßstellen 10. Es folgen dann mit Abstand zwei Stoßstellen 10 zwischen zwei 0°-Faserschichten 2 und den Schichten 9 aus dem Verstärkungsmaterial und mit weiterem Abstand zwei weitere Stoßstellen 10.

15 Die Anordnung der Faserschichten 2 ist so erfolgt, daß eine 0°-Faserschicht 2 eine Mittelebene 11 des Verbundmaterials bildet. Um für eine vorgegebene Dicke des Faserverbundes 1 unter Erhaltung der Symmetrie die gewünschte 70/20/10 Zusammensetzung realisieren zu können, sind die beiden Faserschichten 2 an der Oberfläche (am Rand) durch 0°-Schichten halber Dicke gebildet.

25 Figur 5 zeigt im Vergleich Werte für die Zugfestigkeit und die Lochleibungsfestigkeit von reinen Titanschichten 9, von dem Faserverbund 1 aus CFK 70/20/10 und von dem erfindungsgemäßen Aufbau des Verbindungsbereichs 4 mit 0°-Faserschichten 2 (CFK UD) und Titanschichten 9 in dem Aufbau gemäß Figur 4.

30 Die Lochleibungsfestigkeit der üblicherweise verwendeten Titanlegierungen ist am höchsten und wäre für den reinen Faserverbund 1 extrem niedrig, so daß die Ausbildung einer Bolzenverbindung 8 mit dem reinen Faserverbund 1 nicht sinnvoll möglich wäre. Hingegen weist der Faserverbund 1 eine hohe Zugfestigkeit auf, die wesentlich höher ist als die

Zugfestigkeit der Titanlegierung. Das Faser-Metall-Laminat 6 im Verbindungsbereich 4 weist eine gegenüber der Lochleibungsfestigkeit der Titanlegierung nur geringfügig verminderte Lochleibungsfestigkeit auf, während die Zugfestigkeit des Laminats 6 praktisch gleich hoch ist wie bei dem reinen Faserverbund 1.

Der erfindungsgemäß ausgebildete Verbindungsbereich 4 erfüllt somit die Forderungen nach einer hohen Zugfestigkeit und einer hohen Lochleibungsfestigkeit.

Angesichts dieses Ergebnisses bleibt noch zu untersuchen, ob die hohe Zugfestigkeit des Faserverbunds 1 und des Verbindungsbereichs 4 auch über den Übergangsbereich 3 erhalten bleibt.

Figur 6 zeigt, daß in dem erfindungsgemäß ausgebildeten Übergangsbereich 3 erwartungsgemäß eine etwas verringerte Zugfestigkeit erreicht wird. Diese liegt aber größenordnungsmäßig im Bereich der Zugfestigkeit des Faserverbunds 1 und des Verbindungsbereichs 4.

Dies galt jedoch nicht für herkömmliche Lösungen.

In Figur 6 ist ein Übergangsbereich 103 dargestellt, in dem nach einer bekannten Lösung ein monolithisches Titanblech 110 mit einem abgestuften Ende versehen ist, an das sich Faserschichten 102 abgestuft anschließen. Die Anschlußzugfestigkeit dieser Lösung ist weniger als halb so groß wie bei dem erfindungsgemäßen Übergangsbereich 3.

Eine andere in Figur 6 skizzierte bekannte Lösung sieht einen Faserverbund aus Borfaserschichten 102 vor, die Stoßstellen mit Stahlfolien 109 bilden. Die Stahlfolien 109 sind durch Klebschichten 111 miteinander verbunden. Die Anschlußzugfestigkeit eines derartigen Übergangsbereichs 113 ist, wie die Graphik verdeutlicht, etwas höher als beim Übergangsbereich 103, beträgt jedoch nur etwa 60 % der Anschluß-

festigkeit des erfindungsgemäßen Übergangsbereichs 3.

Das erfindungsgemäße Verbundmaterial vereinigt somit hohe
Zugfestigkeitswerte, auch im Übergangsbereich 3, mit hohen
Lochleibungsfestigkeiten im Verbindungsbereich 4.

5

10

15

20

25

30

35

Ansprüche

- 5
1. Verbundmaterial bestehend aus einem Faserverbund (1)
einer Vielzahl von in einer Polymermatrix eingebetteten
10 Faserschichten (2), von denen einige vorzugsweise Faserrichtungen aufweisen, die sich von Faserrichtungen anderer Faserschichten (2) unterscheiden, und einem mit einem Verstärkungsmaterial (9) mit hoher Lochleibungs-
festigkeit gebildeten Verbindungsbereich (4), wobei ein
15 Übergangsbereich (3) zwischen dem Faserverbund (1) und dem Verbindungsbereich (4) ausgebildet ist, in dem Faserschichten (2) auf das Verstärkungsmaterial (9) des Verbindungsbereichs (4) stoßen, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungsbereich (4) aus Schichten (9) aus
20 dem Verstärkungsmaterial und durch den Übergangsbereich (3) in den Verbindungsbereich (4) durchgehenden Faserschichten (2) gebildet ist und daß in dem Übergangsbereich (3) zwischen den durchgehenden Faserschichten (2) nicht durchgehende Faserschichten (2) auf entsprechende
25 Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial stoßen.
2. Verbundmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stoßstellen (10) zwischen den nicht durch-
gehenden Faserschichten (2) und den Schichten (9) des
30 Verstärkungsmaterials in dem Übergangsbereich (3) versetzt angeordnet sind.
3. Verbundmaterial nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von dem Faserverbund (1) in dem Über-
gangsbereich (3) zunächst Stoßstellen (10) zwischen zur
35 Festigkeit des Faserverbundes (1) gegen eine Hauptbelastung am wenigsten beitragenden Faserschichten (2) und dem Verstärkungsmaterial (9) ausgebildet sind und in

Richtung auf den Verbindungsbereich (4) Stoßstellen (10) für Faserschichten (2) mit zunehmender Bedeutung für die Festigkeit versetzt folgen.

- 5 4. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserschichten (2) des Faserverbundes (1) symmetrisch zur Mittelebene (11) der Dicke des Faserverbundes (1) angeordnet sind.
- 10 5. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stoßstellen (1) jeweils symmetrisch zur Mittelebene (11) der Dicke des Faserverbundes (1) angeordnet sind.
- 15 6. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verbindungsbereich (4) abwechselnd die durchgehenden Faserschichten (2) und die Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial geschichtet sind.
- 20 7. Verbundmaterial nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserschichten (2) und die Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial alle eine gleiche Schichtdicke aufweisen.
- 25 8. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die durchgehenden Faserschichten (2) durch im Hinblick auf eine Zugbelastung feste Faserschichten gebildet sind.
- 30 9. Verbundmaterial nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die durchgehenden Faserschichten (2) mit einer bezüglich der Zugbelastung eine 0°-Richtung aufweisenden Faserrichtung gebildet sind.
- 35 10. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Faserverbund (1) ein Anteil von Schichten (2) mit einer 90°-Faserrichtung

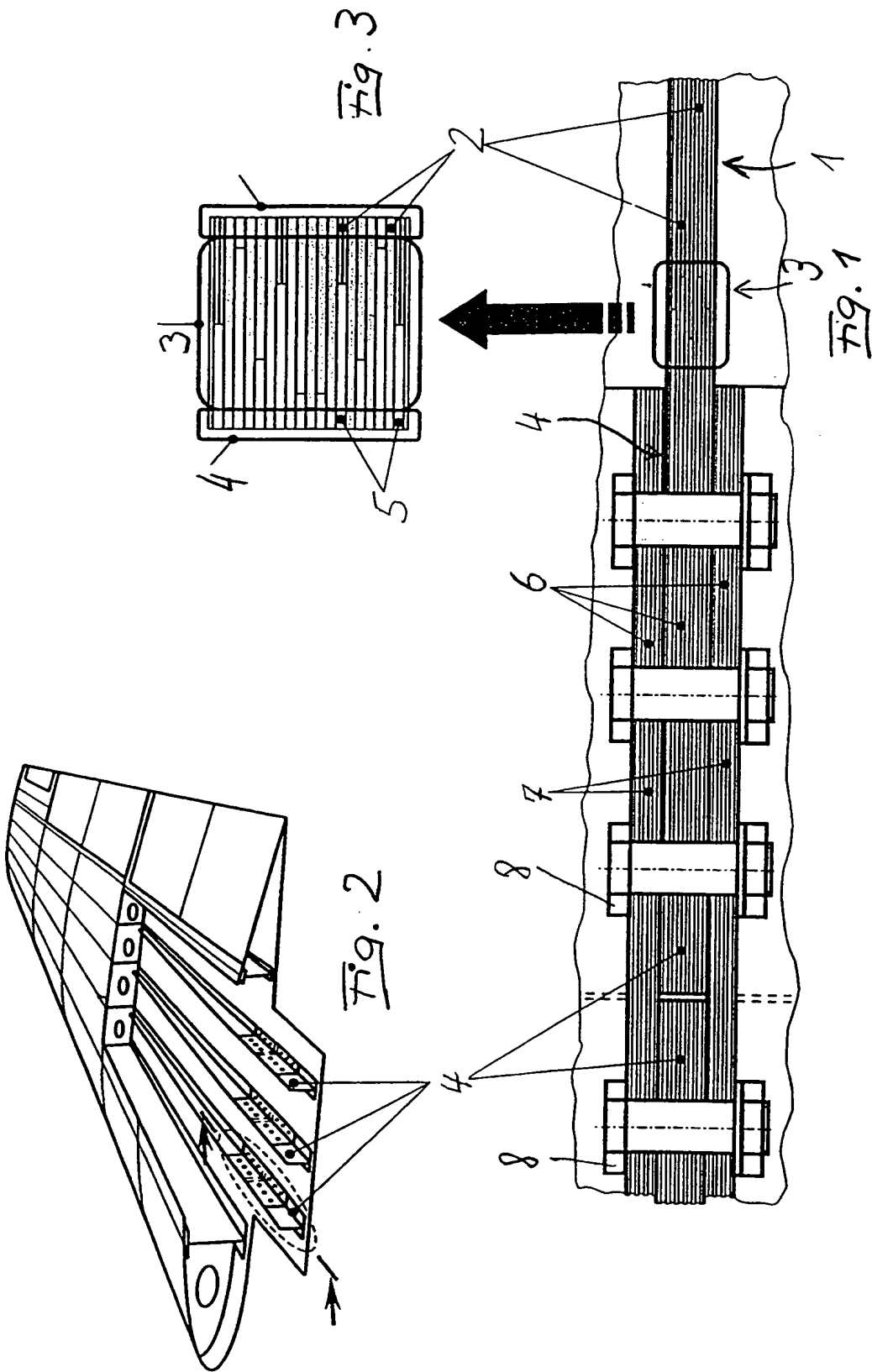
vorgesehen ist.

11. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Faserverbund (1) ein Anteil von Schichten (2) mit einer Faserrichtung von $\pm 45^\circ$ vorgesehen ist.

12. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß Faserschichten (2) mit einer schrägen Faserorientierung (α) jeweils unmittelbar an einer Faserschicht (2) der zur Längsrichtung spiegelsymmetrischen Orientierung ($-\alpha$) anliegen und daß beide Faserschichten (2) zusammen die Dicke einer 0° - oder 90° -Schicht aufweisen.

13. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungsmaterial durch Metallschichten gebildet ist.

14. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet, durch eine Schichtdicke der Faserschichten (2) und Schichten (9) aus dem Verstärkungsmaterial zwischen 0,2 und 1 mm.



2/4

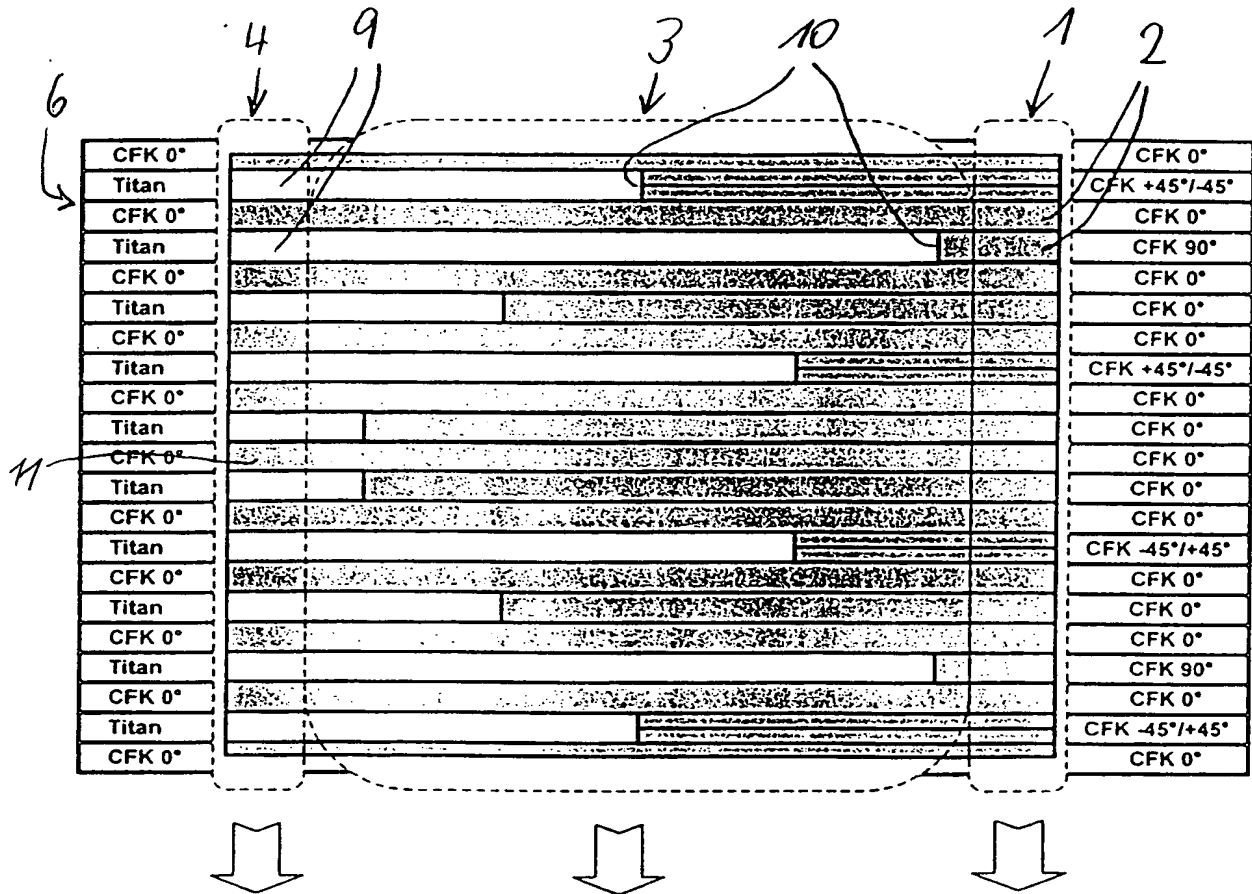


Fig. 4

3/4

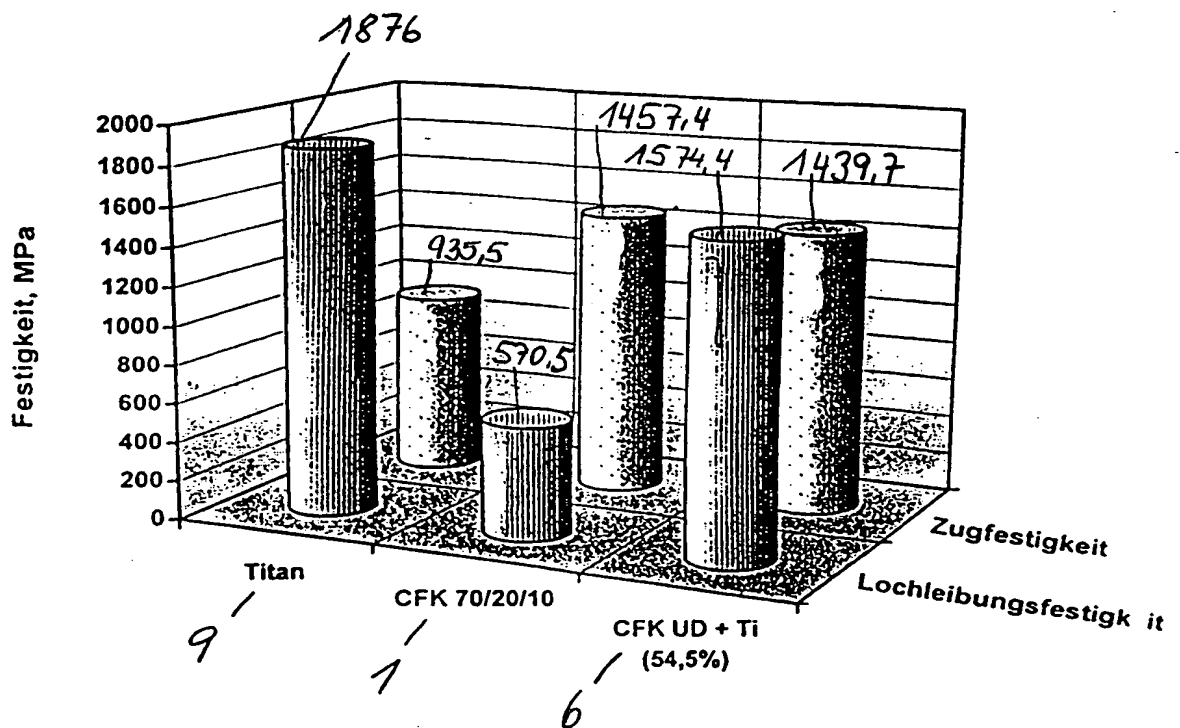


Fig. 5

4/4

